

PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

**INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)**

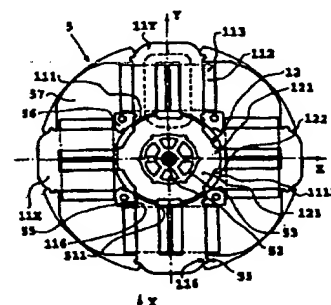
| | | | |
|---|--|---|---|
| (51) Internationale Patentklassifikation 6 : H02K 19/10, H02P 5/05, H02K 29/08, 7/14 | | A1 | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 96/09683 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 28. März 1996 (28.03.96) |
| (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/RO95/00012 (22) Internationales Anmeldedatum: 19. September 1995 (19.09.95) | | (81) Bestimmungsstaaten: BR, CN, JP, KR, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). | |
| (30) Prioritätsdaten: 94-01551 22. September 1994 (22.09.94) RO 95-00800 25. April 1995 (25.04.95) RO | | Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i> | |
| (71)(72) Anmelder und Erfinder: LUNGU, Iancu [RO/RO]; Str. Trapezului 5-1A, ap.40, R-74381 Bukarest 3 (RO). | | | |

(54) Title: ELECTRONICALLY SWITCHED RELUCTANCE MOTOR

(54) Bezeichnung: ELEKTRONISCH KOMMUTIERTER RELUKTANZMOTOR

(57) Abstract

This motor has a special magnetic circuit which enables it to be powered by a very simple electronic circuitry. This motor has, according to the figure, four U-shaped Yokes (11, 112) with eight unevenly spaced poles (111) surrounding a rotating six-pole rotor (12). The motor is driven by two power semiconductor devices (21) controlled from a Hall sensor (31). The demagnetising energy being set free by switching off the main windings (112X) will be directed through the coupling diodes (22) as premagnetising energy to the secondary windings (113Y) of the following phase (Y). This motor with high speed capability which is inexpensive, simple and quietly running can be mainly used for pumps, fans and blowers for gases and fluids.



(57) Zusammenfassung

Dieser Motor hat einen Magnetkreis, welcher den Betrieb mit einer sehr einfachen Elektronik gestattet. Nach der Figur hat der Motor vier U-Joche (11, 12), die acht ungleichmässig verteilte Pole (111) bilden, zwischen denen sich ein sechspoliger Rotor (12) dreht. Der Motor ist über zwei Leistungshalbleiter (21) und einen Hallensor (31) gesteuert. Die bei der Abschaltung der Hauptwicklungen (112) freigesetzte Entmagnetisierungsenergie wird über die Kopplungsdiolen (22) der Nebenwicklungen (113Y) der folgenden Phase (Y) als Vormagnetisierungsenergie übertragen. Anwendung findet dieser preiswerte, unkomplizierte, leise und für hohe Drehzahlen geeignete Motor insbesondere bei Pumpen und Gebläsen für Gase und Flüssigkeiten.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | |
|----|--------------------------------|----|-----------------------------------|----|--------------------------------|
| AT | Österreich | GA | Gabon | MR | Mauretanien |
| AU | Australien | GB | Vereinigtes Königreich | MW | Malawi |
| BB | Barbados | GE | Georgien | NE | Niger |
| BE | Belgien | GN | Guinea | NL | Niederlande |
| BF | Burkina Faso | GR | Griechenland | NO | Norwegen |
| BG | Bulgarien | HU | Ungarn | NZ | Neuseeland |
| BJ | Benin | IE | Irland | PL | Polen |
| BR | Brasilien | IT | Italien | PT | Portugal |
| BY | Belarus | JP | Japan | RO | Rumänien |
| CA | Kanada | KE | Kenya | RU | Russische Föderation |
| CF | Zentrale Afrikanische Republik | KG | Kirgisistan | SD | Sudan |
| CG | Kongo | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | SE | Schweden |
| CH | Schweiz | KR | Republik Korea | SI | Slowenien |
| CI | Côte d'Ivoire | KZ | Kasachstan | SK | Slowakei |
| CM | Kamerun | LI | Liechtenstein | SN | Senegal |
| CN | China | LK | Sri Lanka | TD | Tschad |
| CS | Tschechoslowakei | LU | Luxemburg | TG | Togo |
| CZ | Tschechische Republik | LV | Lettland | TJ | Tadschikistan |
| DE | Deutschland | MC | Monaco | TT | Trinidad und Tobago |
| DK | Dänemark | MD | Republik Moldau | UA | Ukraine |
| ES | Spanien | MG | Madagaskar | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| FI | Finnland | ML | Mali | UZ | Usbekistan |
| FR | Frankreich | MN | Mongolei | VN | Vietnam |

Elektronisch kommutierter Reluktanzmotor.

Die Erfindung betrifft einen neuen Typ eines Gleichstrommotors, der gewickelte magnetische Joche beinhaltet, wobei das Drehfeld, das der Rotor antreibt, durch die elektronische Kommutierung der Wicklungen der Magnetjoche erfolgt.

Im Gegensatz zu den allermeisten elektronisch kommutierten Motoren braucht der Motor der Erfindung nach keine Permanentmagnete, um einen Nutzdrehmoment zu erzeugen, und ist dadurch billiger herstellbar, als die üblichen Motoren dieser Gattung.

Ein solcher Motor ist z.B. aus dem Prospektus der Fa. Tasc Drives Ltd., England, bekannt.

Dieser Motor hat 8 Statorpole und einen sechspoligen Rotor, der sich im Inneren dieses Stators dreht.

Der Magnetfluß, den der Rotor erregt, verläuft über zwei gegenüberliegende Pole und durchläuft die Hälfte des Statorumfangs sowie den Durchmesser des Rotors; er durchläuft also in beträchtlicher Länge nichtbewickelte Eisenjoche, die lediglich Verluste verursachen.

Die DOS 2953032/79, Fig. 1 zeigt einen Motortyp, der drei bewickelte Ständerjoche hat, die untereinander isoliert sind.

Da die Statorpole zu 120 Grad, also nicht gegenüberliegend sind, so wirken starke Radialkräfte auf den Rotor, die zu einem vorzeitigen Verschleiß der Lager führen.

Aufgabe der Erfindung ist es, mehrere Möglichkeiten vorzuzeigen, wie man einige Arten von elektronisch kommutierten Motoren baut, und allgemeingültige Lösungen anzubieten, sowohl im Hinblick auf den Magnetkreis wie bezüglich der Kommutierungsschaltkreise, mit dem Ziel, preiswerte, leichte und mit niedrigen Verlusten behaftete Motoren zu bekommen.

Die Lösung der Aufgabe ist durch die Lehre des Hauptanspruchs erreicht, wobei die konstruktiven Details in den Nebenansprüchen bzw. in den Zeichnungen dargestellt sind.

Allgemeine theoretische Betrachtungen:

Die erfindungsgemäßen, elektronisch kommutierten Reluktanzmotoren wurden lange Zeit gegenüber den permanentmagneterregten Motoren als unterlegen betrachtet, weil die Magnetisierungsenergie der Joche nicht von Permanentmagneten stammt, sondern jedes mal, wenn die elektromagnetischen Pole die Rotorpole anziehen sollen, auf elektrischem Wege geliefert werden muß. Diese Energie wird nach der Lehre der Erfindung zyklisch zurückgewonnen und dem funktionell nachfolgenden Joch übertragen, weil die Selbstinduktionsspannung U_a , die aus der Entmagnetisierungsenergie eines Joches $11Y$ stammt, dem nachfolgenden Joch $11X$ als Vormagnetisierungsenergie übertragen wird. Dadurch wird

Energieersparnis (ein hoher Wirkungsgrad) sowie ein schnellerer Anstieg des Magnetflusses in den Jochen erreicht, denen sich Rotorpole nähern, die sich von den gerade abgeschalteten Polen entfernen.

Um die Erfindung besser zu verstehen, wird hier ein Numerierungssystem der Bezugszeichen der Zeichnungen definiert, in dem die Anfangsbuchstaben des Bezugszeichens die Untergruppe zeigt, zu der der bezeichnete Gegenstand

- Die Teile des elektromotorischen Kreises (den der Nutzdrehmoment erzeugt) fangen mit der Ziffer 1 an,
- die Teile des elektrischen Steuerkreises der Motorwicklungen fangen mit der Ziffer 2 an,
- die Teile des Kreises, die zur Ermittlung der Stellung der Rotorpole gegenüber der Pole des elektromagnetischen Erregerkreises dienen, fangen mit der Ziffer 3 an,
- die Teile des Magnetkreises, den der Rotor in einer Anlaufstellung bringt (ist nicht an allen Varianten vorhanden) fangen mit dem Ziffer 4 an.

Alle diese Bestandteile sind im Prinzip in vielen Varianten vom Stand der Technik bekannt und sind Gegenstand der Erfindung nur in dem Maße, in dem sie durch sinnvolle Kombinationen mit dem magnetomotorischen Kreis (Eisenjoche und Wicklungen) zusammenwirken, welcher wichtige Neuheitsmerkmale hat.

Der motorische Magnetkreis ist dadurch gekennzeichnet, daß auf der Seite der gewickelten Magnetjoche (und soweit wie möglich auch auf der Seite des Rotors) Magnetpfade (als Kraftlinien des Magnetflusses verstanden) zum Einsatz kommen, die so kurz wie möglich sind.

Mindestens 50% der Länge des Magnetkreises der gewickelten Joche befinden sich innerhalb der vom Strom durchflossenen Wicklungen, tragen also positiv zu der Entstehung des motorischen Magnetflusses bei.

Im günstigsten Fall kann es vorkommen daß die Wicklungen bis zu 90% der Länge der Joche 11 umfassen.

Das gewickelte Joch (oder die Joche) ist symmetrisch gegenüber dem Rotor angeordnet, so daß keine radialen Magnetkräfte entstehen, sondern nur Drehmomente.

Die Fig. 1 zeigt eine Gesamtansicht eines erfindungsgemäßen Motors als kein einschränkendes Ausführungsbeispiel.

Der magnetische Motorkreis besteht aus 2 waagerechten U-förmigen Magnetjochen

11X und zwei senkrechten Magnetjochen 11Y, wobei die 4 Joche identisch sind.

Jedes Joch hat je zwei Pole 111, die zu dem Rotor gerichtet sind, die die Nord bzw. Süd- Polarität annehmen, wenn durch die Hauptwicklungen 112 oder durch die Nebenwicklungen 113 ein Strom fließt.

Es gibt also acht Pole, die Segmente eines Kreisumfangs darstellen, inmitten

dessen der Rotor 12 sich mittig dreht.

Dieser hat sechs Pole 121, die durch einen kleinen Luftspalt von den Außenpolen 111 getrennt sind, die eine Fläche haben, die in etwa der Fläche der Pole 111 entspricht, und eine Breite, die mit der Öffnung der zwei Schenkel der Jochs 11 in etwa übereinstimmt.

5 Wie man der Fig. 1 entnehmen kann, wenn vier Rotorpole 121 gegenüber vier Pole 111 der senkrechten Jochs 111Y liegen, so befinden sich die übrigen waagerechten Außenpole 111X gegenüber den Pollücken 122 der Rotorpole 121. Die Rotorpole 121 sind untereinander durch ein gemeinsames Rotorjoch 123 verbunden, so daß diese Teile lediglich Ausformungen des Blechpaketes des
10 Rotors 12 sind, welches aus gestanztem elektromagnetischem Blech besteht, das eine runde Form mit Zacken hat.

Diese Teile sind mit Hilfe eines elastischen Teils 53 auf der Motorwelle 52 befestigt.

15 Dieses Teil ist z. B. aus einem Kunststoff mit elastischen Eigenschaften hergestellt und bezweckt, die Rotorschwingungen zu dämpfen oder dessen Gewicht zu reduzieren. Dieses Teil 53 kann fehlen, falls die Bohrung der Rotorbleche 12 direkt auf die Motorwelle 52 preßt.

Die gewickelten Jochs 11 sind auch aus U-förmigen Blechpaketen gebildet, wobei die Blechstärke je nach der Motordrehzahl (Kommutationsfrequenz)
20 gewählt wird.

Als Richtwert sowohl für die Stärke der Bleche der Jochs 11 wie für die der rotorischen Bleche sind 0,1 bis 1mm, wobei die dünnen Bleche für hohe Drehzahlen (50 000 U/min.) geeignet sind, und die dicken Bleche für Drehzahlen bis ca. 500-1000 U/min. zum Einsatz kommen.

25 Als preisgünstiges Material für die gewickelten Jochs 11 wie für den Rotor 12 wird Siliziumblech (für Transformatoren) empfohlen.

Für die gewickelten Jochs 11 kann man auch kornorientierte Bleche mit einer magnetischen Vorzugsrichtung verwenden, in Form von U-Stanzblechen (die Vorzugsrichtung ist dabei parallel zu den U-Schenkeln) oder in der Form von
30 gewickelten, geschnittenen und geschliffenen Kernen (wie bei Transformatoren mit Schnittbandkernen). Diese Lösung ist allerdings teurer.

Der Querschnitt der Jochs ist auf jeden Fall rechteckig, was zu Problemen bei der Bewicklung mit stärkeren Drähten (über 1mm² Querschnitt) führen kann.

35 In einer speziellen Ausführung weist die isolierende Schicht zwischen den Blechen elastische Eigenschaften auf, was zu der Dämpfung der magnetostriktiven Schwingungen oder zu der Abdichtung des Blechpaketes dienen kann.

Auf die U-Jochs werden (vorzugsweise vorgefertigte) Wicklungen eingeschoben, wobei jedes Joch mindestens eine Hauptwicklung 112 hat.

Diese Wicklungen können in üblicher Weise mit Lackdraht, mit oder ohne Wickelkörper (mit Backlackdraht) ausgeführt werden, s. Fig. 2.

Bei einer üblichen Drahtwicklung kann sich z. B. die mit dünnerem Draht ausgeführte Nebenwicklung 113 auf einem Wickelkörper 114 befinden, unter der Hauptwicklung 112.

5 Vorzugsweise wird jedoch der Erfindung nach eine Bandwicklung eingesetzt, und zwar aus einem isolierten oder nichtisolierten Kupfer- oder Aluminiumband. In letzterem Fall wird das Hauptwickelband einseitig mit einer Isolierfolie 115 (z.B. aus Polyester) flankiert, die etwas breiter als das elektrisch leitende Band ist, so daß Kurzschlüsse zwischen den spiralförmig gewickelten Rändern des metallischen Wickelbandes nicht erfolgen können, s. Fig. 3.

10 Eine besonders günstige Lösung ist die gleichzeitige Ausführung der Hauptwicklung 112 wie der Nebenwicklung mit geringerem Querschnitt 113. In diesem Fall werden die gleich starken, jedoch unterschiedliche Breite aufweisenden Wickelbänder in angemessenem Abstand parallel über das gleiche, ausreichend breite isolierende Folie 115 gewickelt.

15 Da die Ausführung dieser Wicklungen Techniken benutzt, die von der Herstellung von Kondensatoren und Transformatoren bekannt sind, werden wir keine Details beschreiben, die die Ausführung der Anschlüsse und die Verfestigung einer wickelkörperlosen Spule betreffen.

20 Je zwei der in Verbindung zu der Fig. 2 und 3 beschriebenen Wicklungen werden über die zwei Schenkel der Joche 111 eingeschoben, wo sie nach Bedarf geschaltet werden können.

Der motorische Magnetkreis 1 besteht also aus der gewickelten Joche 11 mit je zwei Kernen 11X und 11Y, acht Hauptwicklungen 112 und eventuell acht Nebenwicklungen 113, zusammen mit dem Rotor 12.

25 Wenn man getrennt ein Joch 11 betrachtet und zwei Rotorpole 121, zusammen mit dem Teil des Joches 123, das diese Pole verbindet, und wenn die zwei Wicklungen 112 von Strom durchflossen werden, so entsteht ein Magnetfluß, der der Punktlinie aus Fig.1 entspricht, sodaß dieses Magnetkreis dem eines Schwingmotors aus einen Rasierapparat ähnelt.

30 Wenn die Rotorpole 121 nicht den Polen 111X der Außenjoche gegenüberliegen (siehe Fig.1), und wenn die Joche 11X feststehen, so werden als Folge des Stromdurchganges die Pole 111X die Rotorpole 122 anziehen, wobei ein Drehmoment entsteht, das den Rotor 12 um ca. 30 Grad dreht.

35 Damit diese diskreten 30 Grad Bewegungen zu einer kontinuierlichen Drehbewegung werden, ist es notwendig, daß die Stromleitung zu den in Richtung der Achsen X und Y gewickelten Joche in einer entsprechenden Reihenfolge geschieht, welche von dem Rotorpositionserfassungskreis 3 koordiniert wird, und vom elektronischem Steuerkreis 2 in Steuersignale der Wicklungen umgesetzt ist.

Der Rotorpositionserfassungskreis 3, welcher das Abschaltsignal für die Wicklungen der X- Achse bzw. das Einschaltsignal für die der Y- Achse nach einer Rotordrehung von 30 Grad liefern soll, besteht nach der Fig. 4 aus einer mehrpoligen Magnetscheibe 32, die sechs Polpaare hat und auf dem Rotor befestigt ist, der sich vor einem feststehendem Hallsensor 31 bewegt, welcher in seiner Stellung zum Zwecke der Findung eines optimalen Arbeitspunktes, der Leistungsregelung oder zur Drehrichtungsumkehr anpaßbar ist. Wenn die Pole der Magnetscheibe 32 sich hintereinander vor dem Hallsensor 31 (mit digitalem Ausgang) bewegen, so erscheint an dessen Ausgang ein Logiksignal "low" oder "high", je nach der Rotorlage, siehe Fig. 5.

Der Steuerkreis 2 der Wicklungen 112 und 113 besteht hauptsächlich aus zwei Leistungstransistoren (vorzugsweise MOSFET Feldeffekttransistoren) 21X, 21Y, die in Reihe mit den Hauptwicklungen 112X, bzw. 112Y und der dem Motor außenliegenden Stromquelle geschaltet sind, siehe Fig. 6.

Die Wicklungen 112 bzw. 113X (oder Y), die sich auf gegenüberliegenden Jochen befinden, können in Reihe oder parallel geschaltet werden, je nach dem Spannungspegel, zu dem der Motor arbeitet.

Die Transistoren 21X und 21Y sind im Gegentakt durch eine einfache elektronische Schaltung von dem Rotorstellungserfassungskreis 3 gesteuert, so daß wenn der Ausgang des Hallsensors "high" ist, leitet der Transistor 21X, und der Transistor 21Y leitet, wenn der Ausgang des Hallsensors "low" ist.

Die waagerechten gewickelten Joche 11X bzw. die senkrechten Joche 11Y werden also nacheinander magnetisiert, so daß an den Polen 111 ein Drehfeld erscheint welches den Rotor in Bewegung versetzt.

Die positive Spannung an dem Verbindungspunkt zwischen dem Drain der Transistoren 21X, 21Y und den Wicklungen 112X bzw. 112Y (gegenüber 0 = Minus) ist in Fig. 7 durch eine durchgezogene Linie dargestellt; der Strom, welcher durch die Hauptwicklungen 112 fließt hat wegen der Wirkung der Induktivität den Verlauf der Punktlinie aus der Fig. 7. In der Anfangsphase steigt also der Strom langsam, und in ähnlicher Weise der motorisch wirksame Magnetfluß.

Wenn die Wicklung abgeschaltet wird, entsteht innerhalb dieser eine beträchtliche Spannung U_a , die höher liegt als U_n = Motornennspannung, die eine verlorene Energie darstellt und zur Zerstörung der Transistoren 21 führen kann. Diese Selbstinduktionsspannung U_a kann in eine nützliche motorische Wirkung umgewandelt werden, falls Sie der Wicklung zugeleitet wird, die gerade eingeschaltet werden soll.

Wie aus der Fig. 6a ersichtlich ist soll dies mit Hilfe der Koppeldioden 22 geschehen, die die positive Überspannung, die bei der Abschaltung der Wicklung 112X entsteht der Wicklung 112Y (oder umgekehrt) zuführen.

Die Entkopplungsdioden 23 verhindern, daß die Selbstinduktionsspannung U_a zu dem plus- Anschluß der Spannungsquelle geführt wird.

Diese Schaltung hat jedoch den Nachteil daß die Schließung des elektrischen Kreises der Selbstinduktionsspannung U_a durch die Transistoren 21, bzw. über die Stromquelle geschieht.

Diesen Nachteil kann man durch die Benutzung von Nebenwicklungen vermeiden, die sich auf den gleichen Joch 11 befinden, s. Fig. 6 b.

Die Selbstinduktionsspannung U_a entsteht in der Hauptwicklung 112X (als Quelle) und wird der Nebenwicklungen 113Y der senkrechten Joch 11 als Empfänger zugeleitet.

Mit Hilfe der Selbstinduktionsüberspannung U_a von der Hauptwicklung 112X wird also ein Nutzstrom in den Nebenwicklungen 113Y produziert, also ein Magnetfluß in den Jochen 11Y, auf die diese gewickelt sind.

Gleichzeitig mit der Entstehung des Stromes durch die Nebenwicklung 113Y wird auch die Nennspannung U_n der Hauptwicklung 112Y zugeführt, weil, gleichzeitig mit der Sperrung des Transistors 21X der Transistor 21Y leitend wird. Die Wirkung des schnell ansteigenden transienten Stromes in der Nebenwicklung 113Y, welcher recht schnell ansteigt, und die des längerandauernden, jedoch langsamer ansteigenden Stromes durch die Hauptwicklungen 112Y addieren sich, was zu einem schnelleren Anstieg des magnetischen Flußes durch die senkrechten Joch 11, also zu der Erhöhung der motorischen Wirkung führt.

Der Rotor 12 wird durch die Wiederholung der oben beschriebenen elektromagnetischen Vorgänge in eine kontinuierliche Drehbewegung versetzt, so daß er eine komplette Umdrehung ausführt wenn jedes Jochpaar sechs Steuerimpulse empfängt.

Die Optimierung des Schaltpunktes kann praktisch durch die Verschiebung des Hallensors 31 gegenüber den Jochen 11 erfolgen.

Die magnetischen und die elektrischen Teile des Motors können in einem Aufnahmerahmen 5 befestigt werden, welcher aus Kunststoff hergestellt ist oder aus einem passenden nichtmagnetischen Metall druckgegossen wurde, s. Fig. 1 und 8. Dieser Rahmen kann in sehr unterschiedlichen Arten ausgeführt werden, er hat jedoch hauptsächlich Ausnehmungen, in die die Joch 11 und das Lager 54 der Motorwelle 52 befestigt sind.

Ebenfalls auf diesem Rahmen 5, der als Kühler dient, können wie üblich die Leistungstransistoren 21, die Dioden 22 und 23 sowie andere mechanische und elektrische Bauteile (Platine, Hallsensor, u.s.w.) befestigt werden. Die höhere Spannung, die für die Gate-Ansteuerung der Leistungstransistoren 21 notwendig ist, kann durch die Integrierung der Spitzen der Selbstinduktionsspannung U_a gewonnen werden.

Für das bessere Verständnis werden wir mit der Fig. 1a anfangen, welche ein vergrößertes Detail der Fig. 1 ist.

Die Fig. 1 und 1a werden im Zusammenhang mit der Fig. 6c betrachtet, welche eine Verbesserung und Detaillierung der Fig. 6b darstellt.

Nach Fig. 1, wenn 4 Rotorpole 121 ungefähr mit den Polen 111Y übereinstimmen, werden deren zugeordnete Hauptwicklungen 112Y abgeschaltet, was unmittelbar zum Erscheinen der großen Selbstinduktionsspannung U_a führt, die auf die Nebenwicklungen 113X übertragen wird, wobei die Hauptwicklungen 112X von der Stromquelle gespeist werden. Die diesen Wicklungen zugeordneten vier Pole 111X werden recht schnell aufmagnetisiert und sind dadurch imstande, die vier Rotorpole 121 anzuziehen, von denen zwei sich gerade von den zwei entsprechenden Pole der abgeschalteten Joche 11Y entfernen.

Die Voraussetzung, damit dies geschieht, ist, daß die spitzwinkligen Extremitäten der Pole 111X sich in der Nähe der entsprechenden Extremitäten der Pole 111Y befinden, weil sonst die Aufmagnetisierung der Pole 111X der horizontalen Joche nicht rechtzeitig eine Anziehungswirkung auf die Rotorpole ausüben könnten, so daß der Strom in den Wicklungen 112X, 113X, steil aber ohne eine nützliche Wirkung ansteigen würde.

Um die Wichtigkeit dieser Tatsachen zu verdeutlichen, wurde in Fig. 1a der als Winkel "u" betrachtete Abstand zwischen den Außenecken der Pole 111X und 111Y gegenüber der in Fig. 1 dargestellten verringert.

Dieser Abstand muß je nach den elektromechanischen Parameter des jeweiligen Motors optimiert werden, und er ist mindestens 3-4 mal größer als der Luftspalt zwischen den Jochen 11 und dem Rotor 12, um zu vermeiden, daß durch den direkten Kontakt zwischen den Jochen 11X und 11Y magnetische Verluste entstehen.

Die Befestigung der Joche 11 untereinander, sowie der Anschluß des Motors an einen feststehenden Träger wird vorzugsweise in diesem Bereich zwischen den Wicklungen und dem Rotor durchgeführt, wo ein geringer Schwingungspegel festgestellt wurde.

Die Fig. 6c stellt den vollständigen Schaltplan eines funktionsfähigen Motors dar, wobei die Punkte neben den Wicklungen 112 und 113 deren Anfänge bezeichnen, und 112X z. B. die vier Hauptwicklungen der Joche 11X darstellt, die in Reihe oder parallel geschaltet werden können.

Hier werden lediglich zwei Koppeldioden 22 benötigt, die die Selbstinduktionsspannung U_a zu den Anfängen der Nebenwicklungen 113 weiterleiten. Die Dioden 24 leiten die Spannungsspitzen U_a zum Kondensator 25, der nach dem Anlaufen des Motors mit einer Spannung aufgeladen wird, die höher liegt als die Versorgungsspannung U_{bat} und die die Versorgung des Steuerkreises der Gate-Elektroden der Transistoren 21Y, 21X gewährleisten. Diese Spannung wird von der Zenerdiode 26 begrenzt.

Wenn der Schalter 27 geschlossen ist, wird der Hallsensor 31 unter Strom gesetzt und an dessen digitalem Ausgang, der mit der Gate-Elektrode der Transistoren 21Y verbunden ist, erscheint das Logiksignal "high" oder "low", je

nachdem ob sich vor dem Hallsensor ein "Nord"- oder "Süd"-Pol der mehrpoligen Magnetscheibe 32 befindet.

Dieses Logiksignal wird auch dem Signalinversionstransistor 28 appliziert, der der Gate-Elektrode des Transistors 21X das "low" Signal appliziert, wenn an der Gate-Elektrode des Transistors 21Y das Signal "high" vorhanden ist. Der Pfeil oberhalb des Hallsensors 31 zeigt, daß dieser gegenüber seinem Träger beweglich ist, damit man dadurch die Phase der Logiksignale, die bei der Drehung der mehrpoligen Magnetscheibe 32 entstehen, ändern kann.

Die Drehzahlregelung des Motors kann auch ohne die Änderung der Phase der Steuersignale durch die Änderung der Versorgungsspannung erfolgen.

Die Drehzahländerung kann auch durch die Änderung des Widerstandes der Transistoren 21, also durch die Regelung der Gate-Spannung erfolgen. Diese Regelung ist jedoch nachteilig, weil sie ohm'sche Verluste verursacht und die Transistoren belastet und sollte daher nur für kleine Leistungen eingesetzt werden.

Eine zwei Stufen-Regelung kann durch die Erhöhung des ohm'schen Widerstandes des Motors erfolgen, z. B. durch die Abtrennung einer Hälfte der parallel geschalteten Wicklungen, s. Fig.6d.

Die über die Transistoren 21, 21' parallelschalteten Wicklungen 112, 112' werden gleichzeitig gesteuert wenn vom Motor die volle Leistung abverlangt wird. Wird eine Leistungsverringerung erwünscht, so werden die Transistoren 21' nicht mehr angesteuert, und so bleibt die Wicklung 112' außer Betrieb. Der Motor arbeitet also mit höheren Verlusten und einer verminderten Leistung.

Eine vorteilhaftere Variante der weitergehenden Leistungsregelung ist prinzipiell in Anschluß an Fig.6e dargestellt.

In der Steuerschaltung des Motors werden zwei weitere Halbleiterventilbausteine (hier bipolare Transistoren) hinzugefügt, die die Rolle einer Freilaufdiode spielen, welche die Selbstinduktionsspannung der Wicklung, die sie generiert hat, zurückführen, aber diesmal steuerbar sind. Die Fig.5b zeigt, vom Rotordrehwinkel abhängig die Steuersignale der Transistoren 21 und der Transistoren 211, die die Selbstinduktionsspannung U_a zurückführen.

Auf der Abszisse der Fig. 5b ist das Ausgangssignal des Hallsensors dargestellt, der einem Rotorwinkel von 30° entspricht und der die gleiche Dauer wie der Stromimpuls hat, der der Basis des Transistors 211Y appliziert wird.

Die Dauer der positiven Spannungsimpulse, die der MOSFET- Transistoren 21Y für die Leistungsregelung appliziert werden, ist auf der unteren Abszissen in zwei Varianten dargestellt, wobei diese Dauer nur bei Vollast 30° erreicht.

In der ersten Variante A werden die Transistoren 21 und 211 gleichzeitig

leitend, und zwar wenn das Logiksignal am Ausgang des Hallsensors von "low" auf "high" wechselt.

Bei Teillast sperrt der Transistor 21Y bevor der Hallsensor wieder zum Logiksignal "low" schaltet, also bevor der Rotor eine 30° Drehung vollzieht. Die Sperrung des Transistors 21 kann z.B. durch das Erreichen eines Grenzwertes des Stromes oder der Drehzahl (der Kommutationsfrequenz) bewirkt werden.

Wenn dies geschieht, wird die Selbstinduktionsspannung U_a nicht sofort der Nebenwicklung 113X zugeleitet, weil der Transistor 211Y diese Spannung zum plus-Anschluß der Versorgungsspannung U_{bat} führt.

Dadurch wird die Entmagnetisierung der Jochs 11Y gebremst, die die Rotorpole 121 weiterhin anziehen.

Wenn der Rotordrehwinkel 30° erreicht ist, d. h. wenn der Basisstrom der Transistoren 211Y aufhört und der Ausgang des Hallsensors 31 den Logikpegel "low" annimmt, hört der Durchgang des Reststromes durch den Transistor 211Y auf, und die Selbstinduktionsspannung U_a wird der Nebenwicklung 113X zugeleitet.

In ähnlicher Weise, jedoch bei einem um 30° versetzten Rotorwinkel (z.B. 30–60° anstatt 0–30°) wiederholt sich in Bezug auf die waagerechten Jochs 11X, was bei der Y-Achse geschah, die Transistoren 21X und 211X werden also leitend, weil das Logiksignal am Ausgang des Hallsensors "low" anstelle von "high" wurde.

Durch diese Regelungsart wird also die Steuerung der Transistoren 21X, 21Y rotorwinkelabhängig erreicht mit einem variablen, maximal 30° erreichenden, also keinem festen 30°-Öffnungswinkel, wie bei den ungeregelten Motoren.

Durch diese Variation der Öffnungszeit der Transistoren 21 wird die Energiezufuhr, also die Motorleistung, geregelt.

Nach der in Fig. 5b dargestellten Variante B wird durch die wiederholte Stromleitung der Transistoren 21X, 21Y innerhalb eines 30° Rotorwinkels eine ähnliche Wirkung erzielt.

Dieses wird durch eine Pulsbreitenmodulation (L = Impuls, l = Pause) mit angemessener Frequenz der Steuersignale der Transistoren 21 erreicht.

Die Stromleitungszeiten des Transistors 21Y sind mit einer fettgezeichneten, die des Transistors 21X mit einer gestrichelten Linie dargestellt.

Es ist vorteilhaft, alle elektronischen Bauteile des Motors auf einer Platine so weit wie möglich zu integrieren.

Die in der Fig. 1 und 8 sichtbare Montage der Jochs 11 ist, (des kleinen Luftspaltes Rotor- gewickelter Joch wegen) wichtig und anspruchsvoll.

Wie es hier ersichtlich ist, weisen die Jochs 11 beidseitig (ggf. in zwei von der Welle unterschiedlichen Entfernungen) Ausnehmungen oder halbrunde Erhebungen 116 auf, die über geeignete Gegenstücke 55 passend (senkrecht zu

-10-

der Zeichnungsebene) eingeschoben werden können.

Diese Gegenstücke stellen eine Negativform der vorhin erwähnten Ausnehmungen 116 dar und sind Bestandteil der Befestigungsstücke 56, die sich auf einer Basisplatte 57 befinden.

Die Joche sind also formschlüssig radial befestigt, was einen gleichmäßigen Abstand gegenüber dem Rotor 12 (einen konstanten Luftspalt) gewährleistet. Der Lagerdeckel 58 mit dem Gegenlager 54', die an dem Rahmen 5 axial wie radial befestigt sind, hält die Joche 11, damit sich diese nicht axial verschieben können.

Mit diesen Bestandteilen ist der Motor funktionsfähig.

Funktionsweise:

Wenn der Motor an eine Stromquelle mit der Spannung U_n angeschlossen ist, so wird die elektronische Schaltung 2 eine Steuerspannung an der Gate-Elektrode einer der Transistoren 21, z.B. an 21Y applizieren, weil am Ausgang des Hallsensors 31 ein Signalpegel "high" oder "low" vorhanden ist. Die Hauptwicklung 112Y wird unter Strom gesetzt und bewegt den Rotor 12 aus der in Fig. 1 dargestellten Ausgangsstellung durch eine 30 Grad Drehung zu einer Stellung in welcher die Pole 111X - 121 übereinstimmen. Es kommt also von der Relativstellung der Pole gegenüber der Y-Achse zu einer ähnlichen Stellung, dies jedoch der Achse X gegenüber. Bevor diese Stellung erreicht wird, ändert der Rotorpositionsensor 3 den Logikpegel am Ausgang des Hallsensors 31, sodaß der Transistor 21X leitend wird, während 21Y sperrt. Die bereits beschriebenen Vorgänge wiederholen sich und der Rotor dreht sich kontinuierlich und vollzieht eine ganze Umdrehung gegenüber der gewickelten Joche 11 nachdem jedes Paar davon (X und Y) sechs Stromimpulse erhalten hat. Das Anhalten bzw. das Anlaufen des Motors kann dadurch erreicht werden, indem die Gate-Anschlüsse der Transistoren 21 an der Minusleitung verbunden werden, ohne den Motor von der Spannungsquelle zu trennen. Bei einem digitalen Hallsensor 31 erfolgt die Änderung des logischen Ausgangssignals immer bei dem gleichem Relativwinkel der Rotorpole 21 gegenüber der Pole 111 der Joche 11, wobei diese Stellung als Winkel 0 bezeichnet wird. Im Interesse der Leistungs- bzw. Drehzahlregelung kann es notwendig sein, diesen Winkel z.B. um ± 5 Grad zu ändern. Dies kann durch die mechanische Änderung der Stellung des Hallsensors oder durch die Beeinflussung seines Schaltpunktes mit Hilfe eines äußeren Magnetfeldes, welches das wechselnde Magnetfeld der mehrpoligen Magnetscheibe 32 (durch Phasenverschiebung) ändert.

Wenn man einen analogen Hallsensor benutzt, so wird an dessen Ausgang ein Sinussignal anstelle des Rechtecksignals nach Fig. 5. Der Umschaltpunkt kann in diesem Fall beliebig gegenüber Null geändert werden, wenn man einen beliebigen Punkt der Sinuskurve als Schaltspannungspegel für die Auslösung der Kommutierung wählt.

-11-

Auch diese Sinuskurve kann, wie vorhin erwähnt, phasenverschoben werden, sodaß es in diesem Fall zwei Möglichkeiten gibt um den Kommutierungswinkel zu beeinflussen. Die erwähnte Beeinflussung des Magnetfeldes kann praktisch mit Hilfe einer Wicklung oder eines Permanentmagnetes erreicht werden, die in der Nähe des Hallsensors angebracht werden, wobei durch die Wicklung ein Strom fließt, der nahezu gleichbleibend ist. Die Drehrichtungsumkehr kann durch die Veränderung des Logiksignals aus Fig. 5 erreicht werden, so daß der Transistor 21X leitend wird, wenn das Logiksignal des Hallsensors "high" statt "low" ist, oder durch die Umschaltung zu einem anderen Hallsensor, welcher gegenüber dem ersteren winkerverschoben ist.

Die hier dargestellten, bürstenlosen Motorvarianten,

können in eine Flüssigkeit, z.B. einem Treibstoff, eingetaucht funktionieren, falls die elektrischen Teile z.B. durch die Einbettung in einen Kunstharz geschützt werden.

Es können also mit diese Motoren einfache Pumpen ohne eine Luftspaltabdichtung realisiert werden, wobei der ganze Motor sich in einem Pumpengehäuse unter Druck befindet.

Diese Motorart ist für den Antrieb von Ventilatoren und Pumpen besonders geeignet, insbesondere für die bei welchen sich der Rotor des Motors sowie der der Pumpe solidarisch in einer Flüssigkeit drehen, s. Fig. 8.

In diesem Fall ist es nötig, daß man den Rotorraum gegenüber der Wicklungen bzw. den Außenraum abdichtet.

Das Hauptproblem hier ist die Abdichtung des zylindrischen Luftspaltraumes weil dessen radiale Abmessung in der Größenordnung des Zehntelmillimeters liegt.

Dieses Problem ist im Sinne der Erfindung gelöst mit Hilfe einer dünnen, zylindrischen Hülle 512 aus nichtmagnetischem Material (Kunststoff oder flüssig aufgetragenen Polymer), oder Edelstahl mit speziellen elektrischen und magnetischen Eigenschaften, wie z.B. von den Luftspaltrohren der Naßläufer- Asynchronmotorpumpen bekannt. Dieses Zylinderstück würde alleine dem Druck nicht standhalten; es stützt sich jedoch auf die Außenpole 111, bzw. auf Segmente aus Füllmaterial 511, welche sich zwischen den genannten Polen befinden. Auf diese Weise wirkt der Druck lediglich auf Bereiche der zylindrischen Hülle 512, die nicht größer als einige Zehntel Millimeter sind, und die den Räume zwischen den Polen 111 und den Segmenten 511 entsprechen. Auf so kleinen Bereichen belastet, widersteht sogar eine dünne Folie (0,1mm) Drücke von einige Zehn Bar. Ein Zusammenbau Motor- Pumpe im Sinne der Erfindung kann nach Fig. 8 wie folgt durchgeführt werden:

Die Joche 11 werden von außen (von links) auf dem (aus Kunststoff oder Metall hergestellten) Rahmen 5 montiert und durch den Haltering oder

-Deckel 59 montiert.

Die vorhin erwähnten Zwischenräume aus dem zylindrischen Rotorraum werden z.B. mit einem Polymerlack, Epoxydharz, u.s.w. abgedichtet.

Der Rotor 12 mit der auf der linken Seite befestigten mehrpoligen Magnetscheibe 32 wird zusammen mit dem Pumpenrotor 62, der in dem Rotor 12 einrastet, auf der Motorwelle 52 montiert; die Motorwelle 12 muß also
5 nicht den Motornutzmoment übertragen.

Der Zusammenbau wird mit dem Pumpendeckel 63 geschlossen, welcher auch den Lagerbolzen 61 zentriert.

Es werden hier nicht die bekannten Konstruktionsdetails einer Pumpe erörtert, lediglich die Fließrichtung der gepumpten Flüssigkeit ist durch
10 Pfeile gezeigt.

Der Hallsensor 31 befindet sich in den (trockenen) Außenraum der Pumpe, und ist durch eine dünne, druckfeste und magnetfelddurchlässige Wand von der Magnetscheibe 32 getrennt, die sich in dem "nassen" Rotorraum befindet.

15 Die Motor- bzw. Pumpenwelle 52 ist z.B. aus einem Keramikrohr gefertigt in der Bohrungen für die Lagerbolzen 54' und 61'praktiziert sind.

Die Verringerung der Geräuschentwicklung ist eines der Hauptprobleme der Lüfter und Gebläse und manchmal entsteht das Geräusch aufgrund der Drehmomentschwankungen, die vom Stator des Motors als Schwingungen auf den
20 Träger übertragen werden.

Um diesen Nachteil zu beseitigen, kann man der Erfindung nach eine besondere Variante eines Motorgebläses realisieren, die zwei gegenläufig rotierende Rotoren haben, so daß der Motor keine festen Teile hat, die Schwingungen auf einen Träger übertragen können, die auf das Drehmoment zurückzuführen sind.

25 Der Fig.10 nach sind die Joche 11 mit den Wicklungen 112, 113, zusammen mit den dazugehörenden elektronischen Bauteilen auf einen Träger 5 befestigt, wobei dieser Träger auch mit einer Drehwelle 52 verbunden ist, die vorzugsweise eine axiale Bohrung aufweist.

30 Ebenfalls an diesem Träger sind Lüfterschaufeln 64 anbracht, die die Luft von rechts nach links fördern, wenn der Träger 5 sich nach rechts dreht.

An den Enden der Welle 52 sind Lagerstellen 541 bzw. 542 vorgesehen.

Auf der linken Seite sind diesmal die Joche gegenüber dem Träger 5 nicht an einem Lagerdeckel, sondern an einem Haltering 59 befestigt, durch den der Rotor 12 hindurchgeht.

35 Der Rotor 12 trägt Lüfterschaufeln 641, die die Luft von rechts nach links befördern, wenn der Rotor nach links dreht.

Der Rotor dreht frei auf der Welle 52 mit Hilfe der Lager 543, ohne sich axial zu verschieben. Im Inneren der Welle 52 sind, innerhalb eines Isolierrohrs zwei untereinander isolierte und mit Motoranschlüssen verbundenen Bürsten

521+, 521- untergebracht, die von Federn 522 nach außen gedrückt werden. Diese Bürsten berühren zwei feststehende Lamellen +, -, die mit der Stromquelle Ubat verbunden sind, die diese Spannung auf den drehenden Bürsten 521+, 521- übertragen. Die Lager 541 und 542 sind in einem Träger S befestigt.

Funktionsweise:

- 5 Wenn der Motor Strom bekommt, laufen sowohl der mit Lüfterschaufeln 641 versehene Rotor 12 als auch der Außenrotorzusammenbau mit Joch 11, Träger 5 und Schaufeln 64 in gegenseitigen Drehrichtungen an (der Rotor nach links, der Außenrotorzusammenbau nach rechts) und bewegen sich mit Drehgeschwindigkeiten +v, -v, so daß die absolute Rotationsgeschwindigkeit zwischen Rotor und
10 Außenrotorzusammenbau 2v beträgt.

Die Drehzahl der zwei gegenläufigen Teile wird ansteigen bis der Widerstand, die die Luft der Schaufeln 64, 641 entgegengesetzt, die auf die beiden Rotoren montiert sind, genauso groß ist wie der Motordrehmoment.

- 15 Dieses Gebläse mit zwei gegenläufigen Rotoren hat den Vorteil, als zweistufiges Gebläse mit einer relativ niedrigen Drehgeschwindigkeit, also mit einem niedrigen Geräuschpegel, zu wirken.

Für den Motor wird jedoch die Auslegungsgeschwindigkeit (die Relativdrehzahl zwischen den zwei gegenläufigen Teilen) 2v sein.

- 20 Im Vergleich mit einem herkömmlichen, einstufigen Gebläse mit der gleichen Leistung sind die Vorteile eindeutig:

- es werden keine Reaktionsmomente, also keine daraus stammenden Drehschwingungen, auf den Träger S übertragen.
- der Motor wird für eine doppelte Drehzahl bei gleicher Leistung ausgelegt, und wird dadurch erheblich kleiner und leichter.

- 25 Es können anhand dieses Prinzips anstelle eines Axialgebläses gegenläufige Gebläse mit Radiallüfter gebaut werden, so daß dabei die Axialkräfte ausgeglichen sind.

Falls man die Leistungsregelung bei diesen Motoren anstrebt, so ist es

- 30 notwendig, von außen auf die zusammen mit dem Außenrotorzusammenbau 11, 5, mitdrehenden Transistoren 21 einzuwirken.

Dies ist durch eine geeignete, vom Stand der Technik bekannte Elektronik möglich, die von außen, ohne galvanische Verbindung, z.B. auf magnetischem Wege mit Hilfe einer Sendewicklung und eines Empfängers, oder auf optischem
35 Wege, Steuersignale bekommt.

Diese Motorart (bzw. Pumpenart) mit dem einfachen Funktionsprinzip, welches auf den sukzessiven Anzug der Rotorpole durch elektromagnetische Pole beruht, kann auch mit einer unterschiedlichen Anzahl von Jochen ausgeführt werden, z.B. sechs oder acht statt vier, mit der entsprechenden Erhöhung der Anzahl der Rotorpole.

Sie kann auch mehrphasig ausgeführt werden, z.B. mit drei Phasen R,S,T, die äquidistant angeordnet sind, also zu einem elektrischen Winkel von 120 Grad anstelle von 180 Grad wie bisher.

Wenn die Rotor- bzw. die Elektromagnetpole zweckmäßig angepaßt werden, kann man auch U-Joche einsetzen, deren Schenkel axial statt tangential angeordnet sind. Bei dieser Motor kann man auch auf den

5 Rotorpositionssensor verzichten; dies bedeutet jedoch, daß man ein etwas komplizierteres elektronischen Anlauf- und Betriebsprogramm anwenden muß, dem folgenden Prinzip nach:

- vor dem Motorstart werden in den Wicklungen elektrische Signale eingespeist, die abhängig von der Wicklungsinduktivität geändert werden, 10 wobei erstere von der Rotorstellung abhängt, weil diese die Reluktanz (Induktivität) der Magnetkreise der betroffenen Joche bedingt.

- eine elektronische Logik vergleicht diese modifizierten Signale und ermittelt die Rotorstellung daraus, so daß am Ausgang dieser Schaltung ein Steuersignal des Transistors 21X oder 21Y erscheint,

15 - Die Wicklungen, die in Reihe mit dem leitenden Transistor liegen, werden angesteuert und versetzen den Rotor in Bewegung, der durch Einfluß aufmagnetisiert wird,

- wenn die so aufmagnetisierten Rotorpole sich den Polen der stromlosen Joche nähern, so wird in diese eine Spannung induziert, die von einem 20 Schaltkreis ausgewertet wird, welcher diese Wicklung (Phase) die Nennspannung zuführt, sodaß der Rotor weiter angezogen wird.

Diese letzten Vorgänge wiederholen sich, so daß der Rotor sich dreht, als ob er von einem Rotorstellungserkennungssensor gesteuert wäre.

Nach erfolgtem Anlaufen des Motors gibt es auch andere 25 Selbststeuerungsmöglichkeiten der Kommutation, wie z.B. die Abschaltung einer Wicklung, wenn der Strom, der sie durchläuft, einen maximalen oder vorbestimmten Wert überschreitet; wenn ein solcher Wert während des normalen Motorbetriebs erreicht ist, bedeutet dies, daß die Rotorpole 121 von den Polen 111, die zu dieser Wicklung gehören, bereits angezogen 30 wurden.

Die Abschaltung einer Wicklung (z.B. 112X) führt über die elektronische Logik zu der Einschaltung (ggf. nach einer vorbestimmten Verzögerung) der nachfolgenden Wicklung, z.B. 112Y.

Die verkettete zyklische Steuerung der Jochpaare X-Y, X-Y, bzw. R-S-T, 35 R-S-T,...falls drei (oder mehrere) Phasen vorhanden sind, kann also über Rotorstellungssensoren oder abhängig von einem Motorparameter (Strom, induzierte Spannung) gesteuert werden.

Diese zyklische Steuerung kann in manchen Fällen von außen aufgezwungen werden, wobei der Motor mit einer von außen vorbestimmten Drehzahl

arbeitet. Die Transistoren 21X, 21Y sind in diesem Fall von Signalen gesteuert, die von einem motoräußeren Generator stammen.

Für diese Art der Steuerung kann die Benutzung eines Asynchronrotors (Käfigläufer) anstelle des unter der Fig. 1 beschriebenen Rotors von Vorteil sein.

5 Wenn man die gleichen elektromagnetischen Kriterien beachtet, kann diese Motorart auch mit Jochen ausgeführt werden, die sich im Inneren eines Becherläufers befinden.

Eine einfachere Variante eines Motors im Sinne der Erfindung ist in Fig. 9 abgebildet. Dieser Motor hat nur zwei gegenüberliegende, gewickelte Joche 11 und einen einzigen Leistungstransistor 21, der in Reihe mit den
10 Wicklungen dieser Joche liegt, und nur vier Rotorpole 121.

Die elektrische Schaltung entspricht der Fig. 6a, jedoch ohne die Bestandteile der Achse "X" (Joch 11X, Wicklung 112X, Transistor 21X). Die Dioden 22 und 23 sind nicht notwendig. Der Rotor dieses Motors weist zwei
15 oder vier Rotorpositionierungsmagnete 4 auf, die diesen in die Anlaufstellung bringen, die der Stromleitungsphase des Transistors 21, bzw. der Rotorstellung entspricht, in der die Rotorpole 121 mit den Polen 111 der Joche 11 nicht übereinstimmen.

Diese Magnete können zum Zwecke der Ermittlung der Rotorstellung auch den
20 Hallsensor 31 ansteuern und haben kleine Abmessungen, üben daher Kräfte, die im Vergleich zu der elektromagnetischen Magnetkraft, die auf dem Rotor 12 wirkt, gering sind.

Funktionsweise:

Da die Positioniermagnete 4 unter den Polen der Joche 11 angezogen werden,
25 so nimmt der Rotor die im vorherigen Absatz erwähnte Stellung.

Der Transistor 21 wird leitend, die Pole 111 der Joche 11 werden aufmagnetisiert und ziehen die naheliegendsten Rotorpole 121. Wenn die Rotorpole 121 mit den Außenpolen 111 fast übereinstimmen, wird einer der Magnete 4 vor dem Hallsensor 31 vorbeilaufen und dessen Logikzustand
30 ändern, so daß die Wicklungen stromlos werden. Der Rotor bewegt sich unter dem Einfluß der Trägheit weiter, bis es zu einer Relativposition der Rotorpole 121 gegenüber den Polen der Joche 11, die der Ausgangsposition entspricht. Auf dem Weg zu dieser Stellung wird ein anderer Magnet 4 vor dem Hallsensor 31 vorbeilaufen und dessen logischen Zustand ändern, sodaß
35 die beschriebenen Vorgänge sich wiederholen und der Motor arbeitet.

Wenn man weiter vereinfacht, so kann man einen Motor, ähnlich dem in Fig. 9 dargestellten, bauen, jedoch mit nur einem gewickelten U-Joch, das zwischen den verlängerten U-Schenkeln Kreissegmente aufweist die als Pole 111 wirken, zwischen denen sich ein nur zweipoliger Rotor 121 dreht, wobei dieser intermittierend zweimal per Rotorumdrehung mit Nutzmomentwinkeln

- 16 -

von ca. 90 Grad, die zwei Strompulsen entsprechen, betätigt wird.
Insbesondere bei Motoren für höhere Spannungspegel kann man anstelle der
MOSFET- Transistoren 21 auch andere Halbleiter wie Thyristoren, (ggf. über
den Gate abschaltbare, also GTO), Bipolartransistoren, u.s.w. verwenden,
5 wobei die elektronische Steuerschaltung 2 wie vom Stand der Technik
bekannt, angepaßt wird.

10

15

20

25

30

35

Patentansprüche:

1. Elektronisch kommutierter Reluktanzmotor mit gewickelten Magnetjochen, die ein pulsierendes Magnetfeld produzieren, denen gegenüber sich ein Rotor dreht, dessen Pole von den Polen der erstgenannten Joche angezogen werden, wobei diese Anziehung elektronisch in Abhängigkeit von der Stellung der Rotorpole gegenüber der Pole der bewickelten Joche erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß die Pole der gewickelten Joche (111) sowie die des Rotors (121) paarweise und diametral symmetrisch gegenüber der Drehwelle des Motors (52) angeordnet sind, und die Wicklungen (112, 113) der Joche (11) eine Länge haben, die mindestens 50% der magnetisch aktiven Länge der Joche (11) beträgt und mindestens eine Hauptwicklung (112) durch einen Leistungstransistor (21) in Reihe mit einer Gleichspannungsquelle geschaltet ist, wobei dieser Transistor in Abhängigkeit von der Stellung der Rotorpole (121) gegenüber der Pole (111) der Joche (11) steuerbar ist.
2. Elektronisch kommutierter Gleichstrommotor, dadurch gekennzeichnet, daß er mindestens zwei in Drehrichtung des Motors winklig angeordnete Joche (11) hat, die Wicklungen (112) tragen, Joche (11) die sich gegenseitig mit Hilfe der Koppeldioden (22) die Selbstinduktionsenergie übertragen, die bei der Abschaltung einer der Wicklungen (112) entsteht, wenn diese von der Stromquelle abgeschaltet wird.
3. Motor nach den Ansprüchen 1 und 2 dadurch gekennzeichnet, daß die Selbstinduktionsspannung, die in einer Hauptwicklung (112X) entsteht, auf einer Nebenwicklung (113Y) eines Joches (11Y) übertragen wird, welche in funktioneller Hinsicht dem Joch (11X) folgt.
4. Motor nach den Ansprüchen 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß er vier U-förmige Joche (11) hat, die Wicklungen (112) tragen, die auf einem Kreisumfang acht Magnetpole (111) bilden, zwischen denen sich ein Rotor (12) dreht, der sechs ausgeprägte Pole (121) hat, zwischen denen sich nichtmagnetische Lücken (122) befinden, wobei die Rotorpole (121) durch ein Joch (123) verbunden sind.
5. Motor nach den Ansprüchen 1-4 dadurch gekennzeichnet, daß der Übergang der Magnetisierungsenergie einer Phase (Y) auf der funktionell darauffolgenden Phase (X) synchron mit dem Übergang von Rotorpolen (121) von den Polen (111Y) unter den funktionell darauffolgenden Polen (111X) erfolgt.

6. Motor, dem Anspruch 5 nach dadurch gekennzeichnet, daß die Entfernung zwischen den seitlichen Extremitäten der Pole (111Y) und (111X) ausreichend klein gewählt ist, ohne jedoch signifikante, darauf zurückzuführende Magnetfeldverluste zu verursachen.

7. Motor, den Ansprüchen 5, 6 nach dadurch gekennzeichnet, daß die gegenseitige Befestigung der Joche (11Y), (11X) im Bereich zwischen den Wicklungen und dem Rotor erfolgt.

8. Motor nach den Ansprüchen 1- 7, dadurch gekennzeichnet, daß die magnetisch wirkenden Teile (11), (12) mit Hilfe eines steifen, nichtmagnetischen Rahmens (5) zueinander positioniert sind, der Zwischenpolstücke (511) trägt, die Erhebungen (55) haben, die in die Pole (111) der Joche (11) einrasten, so daß zwischen diesen Polen (111) und der Rotorwelle (52) eine rigide mechanische Verbindung auf dem kürzesten Wege erfolgt.

9. Motor nach dem Anspruch 8 dadurch gekennzeichnet, daß der Befestigungsrahmen (5) auch andere funktionelle Elemente beinhaltet wie Lagerträger (54), Basisplatte (57), Halbgehäuse einer Pumpe (51), Befestigungsblöcke (56), u.s.w., so daß es dadurch als Mehrzweckteil dient.

10. Motor, den Ansprüchen 1-9 nach, dadurch gekennzeichnet, daß er innerhalb eines geschlossenen Druckraumes in einer Flüssigkeit funktioniert, wobei die Motorbauteile durch die geeignete Wahl der Werkstoffe und durch den Einschluß in einer umhüllenden Masse, z.B. Kunstharz, geschützt sind.

11. Motor nach den Ansprüchen 1-9 dadurch gekennzeichnet, daß er einen mit einer dünnen Hülle (512) nach außen abgedichteten Rotorraum hat, die aus Kunststoff, einer Polymer- oder Elastomerschicht oder aus einer metallischen Legierung mit geeigneten magnetischen oder elektrischen Eigenschaften besteht, wobei diese Hülle nur auf kleinste Zwischenbereiche durch Druckkräfte beansprucht ist, weil sie sich mit dem größten Teil ihrer Oberfläche auf den Außenpolen (111) bzw. auf die nichtmagnetische Füllung, die zwischen diesen Polen liegt, abstützt.

12. Motor -Pumpe den Ansprüchen 1-11 nach, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor des Motors (12) direkt mit dem Pumpenrotor (62) gekoppelt ist, wobei diese Teile sich auf einer Welle (52) vorzugsweise aus keramischem Material hergestellt befinden, die sich zwischen Lagern (54) dreht.

13. Elektronisch kommutierter Motor, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl der Rotor (12) und der Außenrotor, aus gewickelten Jochen (11) mit dem Träger (5) zusammengebaut, sich in entgegengesetzte Richtungen drehen und dabei einen Teil der nutzbarer Motorleistung erzeugen.

14. Motor, dem Anspruch 13 nach dadurch gekennzeichnet, daß er für gegeläufigen Gebläse und Pumpen verwendet wird, wobei sowohl der Rotor als auch der Außenrotorzusammenbau (11,5) fluidische Verdrängerteile (64), (641) antreiben.

15. Motor, dem Anspruch 14 nach dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (5) mit einer Drehwelle (52) solidarisch ist, die eine Bohrung aufweisen kann, und die an den Extremitäten Bürsten (521+, 521-) zur Übertragung der vom Motor benötigten Energie und Lagern (541, 542) hat.

16. Motor, dem Anspruch 15 nach dadurch gekennzeichnet, daß der Innenrotor (12) der Verdrängerteile (641) hat, seitlich innerhalb des Außenrotorzusammenbaus (11, 5, 64) eingeführt wird und über Lager (543) sich gegenüber diesem dreht.

17. Motor dem Anspruch 16 nach dadurch gekennzeichnet, daß die Verdrängerteile (64), (641) axiale, radiale oder diagonale Rotoren sind.

18. Motor, dem Anspruch 17 nach dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungsregelung von einem feststehenden Teil ausgehend, durch Einwirkung ohne galvanischen Kontakt, z. B. durch optoelektronische Mittel oder über Magnetfelder auf die elektronischen, rotierenden Bausteine des Motors, erfolgt.

19. Motor nach den Ansprüchen 1, 8 und 9 dadurch gekennzeichnet, daß er einen oder zwei gewickelte Joche (111) hat, im Inneren derer sich ein Rotor (12) dreht mit zwei bzw. 4 ausgeprägten Polen (121), welches Hilfsmagnete (4) für die Voreinstellung der Anlaufstellung der Rotors hat, die auch zum Ansteuern des Hallsensors (31) und dadurch zur Ermittlung der Rotorstellung dienen.

20. Motor nach den Ansprüchen 1-19 dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Rotorwelle (52) bzw. dem Rotor (12) ein elastisches Stück (53) angebracht ist.

21. Motor, den Ansprüchen 1-20 dadurch gekennzeichnet, daß er magnetisierbare Teile (1) hat, welche aus einem Blech mit Vorzugsrichtung der magnetischen Eigenschaften hergestellt sind.
22. Motor nach den Ansprüchen 1-21 dadurch gekennzeichnet, daß Bleche zum Einsatz kommen, welche untereinander durch einen isolierenden Kleber mit elastischen Eigenschaften befestigt und sogar abgedichtet sind.
23. Motor nach den Ansprüchen 1-22 dadurch gekennzeichnet, daß er Wicklungen hat, die aus mindestens einem spiralförmig gewickelten, metallischen Band (112,113) hergestellt sind, wobei die Windungen durch eine Isolierfolie oder eine auf dieses Band aufgetragene Lackschicht untereinander isoliert sind.
24. Motor nach den Ansprüchen 1-23 dadurch gekennzeichnet, daß er eine mehrpolige Magnetscheibe (32) hat, die an dem Rotor (12) befestigt ist, die sich vor einem Hallsensor (31) mit digitalem oder analogem Ausgang dreht.
25. Motor nach den Ansprüchen 1-24 dadurch gekennzeichnet, daß die Spannung, welche zum Ansteuern der Gate- Elektroden der Transistoren (21) dient und die höher als die Nennspannung des Motors liegt, aus der Selbstinduktionsspannung der Wicklungen (112, 113) gewonnen wird.
26. Motor, den Ansprüchen 1-25 nach dadurch gekennzeichnet daß die Spitzen der Selbstinduktionsspannung (U_a) in einem Kondensator (25) zum Zwecke der Gewinnung der Speisespannung für die Gate-Elektroden der Transistoren (21) gespeichert wird.
27. Motor, dem Anspruch 26 nach, dadurch gekennzeichnet, daß das Logiksignal am Ausgang des Positionssensors (31) unmittelbar zur Ansteuerung der Gate-Elektrode eines Transistors (21Y) eingesetzt wird und mittelbar, über die Änderung des Logikpegels mit Hilfe eines Transistors (28) auch zur Ansteuerung eines anderen Leistungstransistors (21X) beiträgt.
28. Motor nach den Ansprüchen 1-27, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehrichtungsumkehr durch die Invertierung des logischen Signals am Ausgang des Hallsensors (31) oder durch die Umschaltung zwischen zwei Hallsensoren (31), welche unterschiedliche Winkelstellungen gegenüber den Jochen (11) haben, erfolgt.

29. Motor nach den Ansprüchen 1-28, dadurch gekennzeichnet, daß dessen Leistungs-, bzw. Drehzahlregelung durch die Phasenverschiebung der Ansteuerungssignale der Leistungshalbleiter (21) erfolgt, und daß diese über eine Einwirkung auf den Hallsensor (31) erfolgt, sei es durch dessen Verschiebung oder über die Einwirkung eines Magnetfeldes.

30. Motor, den Ansprüchen 1-29 nach, dadurch gekennzeichnet, daß seine Leistungsregelung durch die Änderung der als Winkel betrachteten Leitungsdauer der Steuerungshalbleiter (21) erfolgt.

31. Motor dem Anspruch 28 nach dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungsregelung über die Änderung der Pulsbreite (L) von Steuerungsimpulsen der Transistoren (21) erfolgt, wobei diese Steuerungsimpulse ein- oder mehrmals zwischen zwei Änderungen des Logikzustandes des Positionssensors (31) erfolgen.

32. Motor nach dem Anspruch 31 dadurch gekennzeichnet, daß die Unterbrechung des Stromdurchganges durch die Halbleiter (21) beim Erreichen einer Strom- oder Drehzahlgrenze erfolgt.

33. Motor dem Anspruch 32 nach dadurch gekennzeichnet, daß die Selbstinduktionsspannung U_a , die bei der Abschaltung eines Steuerungshalbleiters (21) entsteht, zu der Hauptwicklung (112), in welcher sie entstand, mit Hilfe anderer, steuerbarer Halbleiter (211) zurückgeführt wird solange der Positionssensor 31 seinen Logikzustand nicht ändert.

34. Motor, dem Anspruch 33 nach dadurch gekennzeichnet, daß das Leitendwerden der Steuerungshalbleiter (21), (211), einer Phase (X,Y) gleichzeitig geschieht, die Sperrung der Transistoren (211) jedoch erst mit der Änderung des Logikzustandes am Ausgang des Positionssensors (31) erfolgt.

35. Motor, den Ansprüchen 1-34 nach, dadurch gekennzeichnet daß die Selbstinduktionsspannung U_a , die von den Hauptwicklungen (112) stammt, an der Verbindungsstelle zwischen diesen und dem Steuerungshalbleiter (21) abgegriffen, über Kopplungsdiode(n) (22) zum Anfang der Nebenwicklungen (113) geleitet wird, wobei deren Ende mit dem Anfang der Hauptwicklungen (112) geschaltet ist.

36. Motor, dem Anspruch 35 nach dadurch gekennzeichnet, daß seine elektronischen Bauelemente auf einer einzigen Schaltungsplatine integriert sind, die mit den gewickelten Jochen solidarisch sind.

37. Motor den Ansprüchen 1-23 nach, dadurch gekennzeichnet, daß er anhand von elektronischen Rotorstellungsermittlungs- und Anlaufvorgängen gesteuert wird, die auf der Identifizierung der Induktivität der Magnetkreise (1) gegenüber dem Rotor basieren, auf denen durch logische Vergleichsvorgänge die Ableitung der Rotorstellung erfolgt, im Hinblick auf die sukzessive Ansteuerung der Gate- Elektroden der Halbleiter (21)

38. Motor den Ansprüchen 1-23 nach, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausschaltung einer Wicklung (112X) auf der Grundlage der eigenen Parameter wie z. B. Strom, oder aufgrund der in der nachfolgenden Wicklung (112Y) induzierten Spannung erfolgt, wobei dieser Vorgang nach einem elektronischen Programm gesteuert wird.

39. Motor nach den Ansprüchen 1-23 und 38, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausschaltung einer Wicklung (112X) die verzögerte oder sofortige Einschaltung der funktionell nachfolgenden Wicklung (112Y) mit Hilfe elektronischer Schaltkreise verursacht, so daß in dieser Weise die zyklische Selbststeuerung der Motorphasen erfolgt.

40. Motor den Ansprüchen 1-23 nach, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung der Halbleiter (21) durch eine elektronische Schaltung mit festgelegtem Programm ohne die Ermittlung der Rotorstellung erfolgt.

41. Motor, den Ansprüchen 1-23 und 38-40 nach, dadurch gekennzeichnet, daß er einen asynchronen Rotor mit Kurzschlußkäfig verwendet.

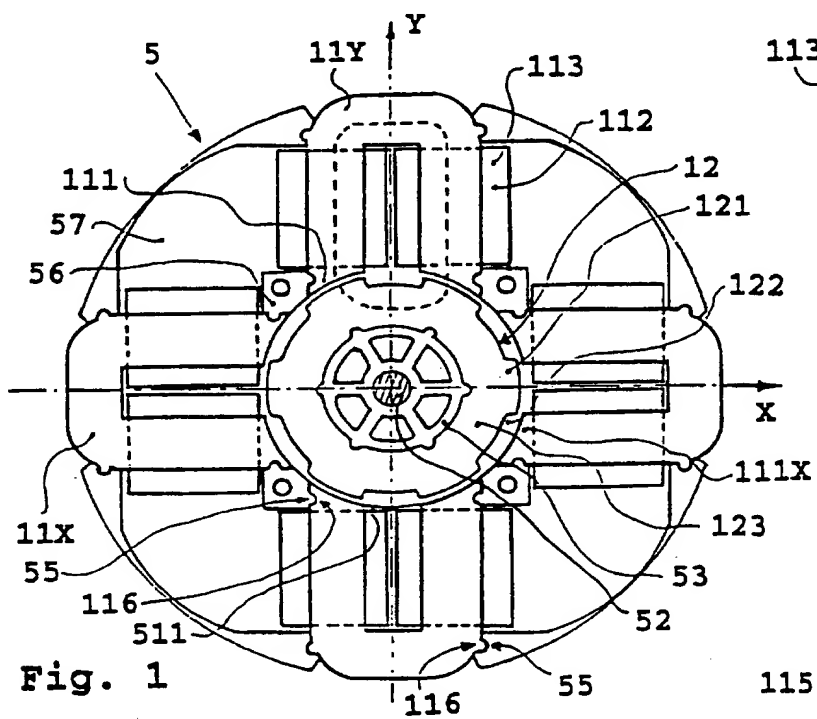


Fig. 1

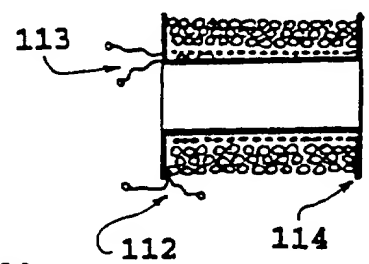


Fig. 2

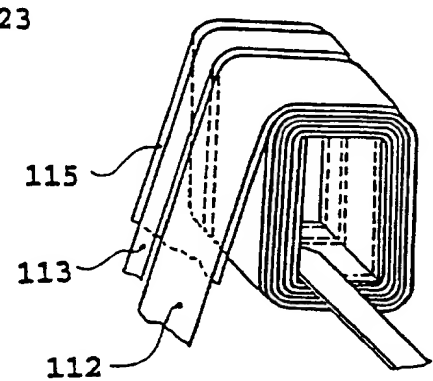


Fig. 3

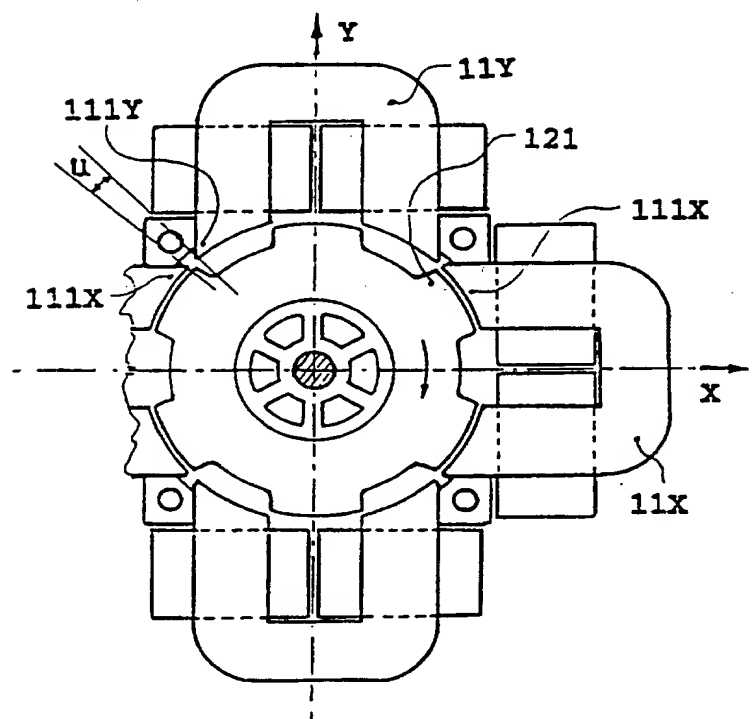


Fig. 1a

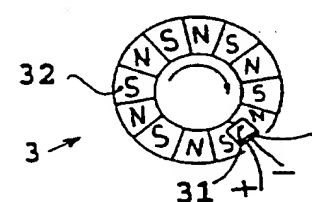


Fig. 4

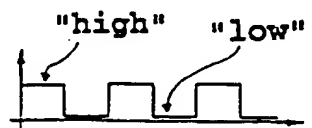


Fig. 5

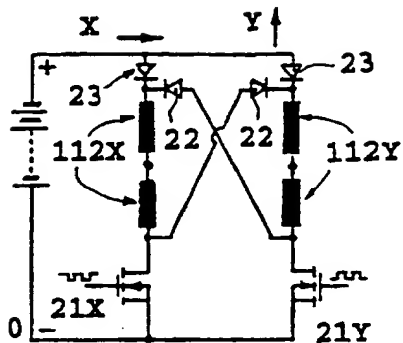


Fig. 6a

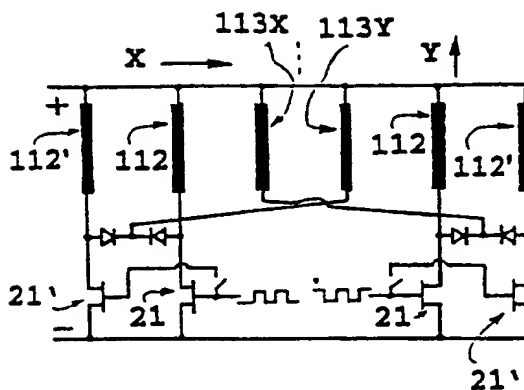


Fig. 6d

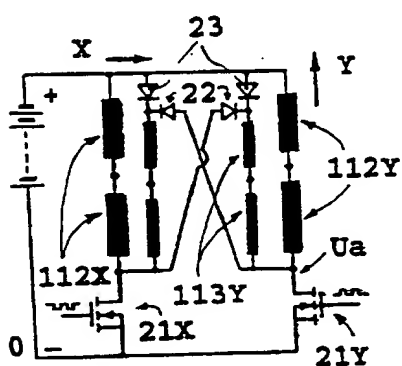


Fig. 6b

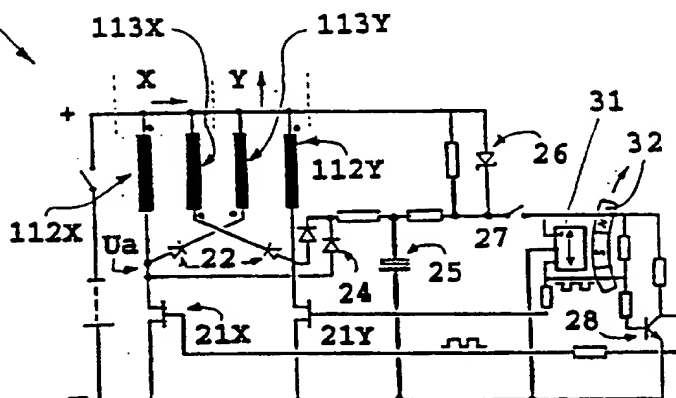


Fig. 6c

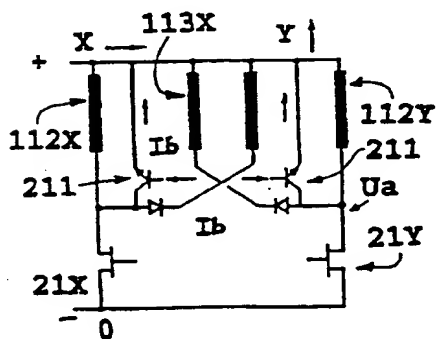


Fig. 6e

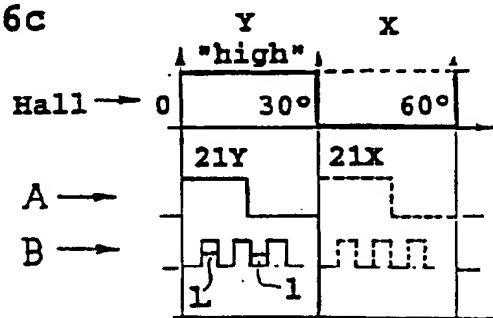
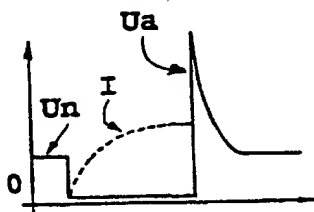


Fig. 5b

Fig. 7



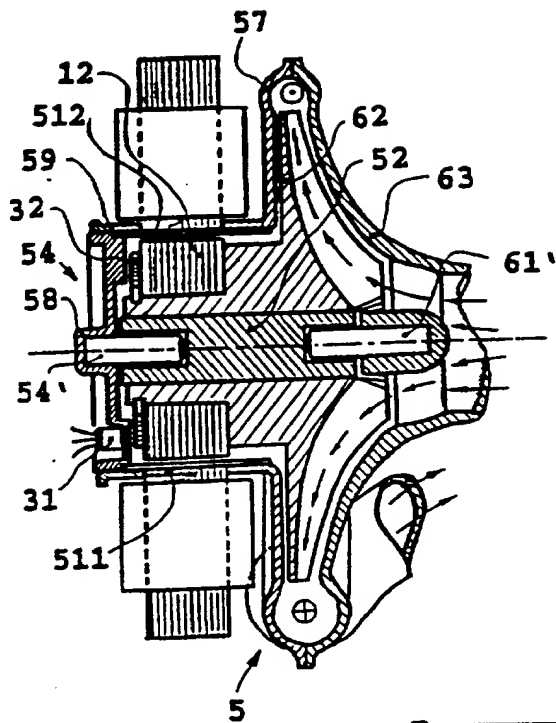


Fig. 8

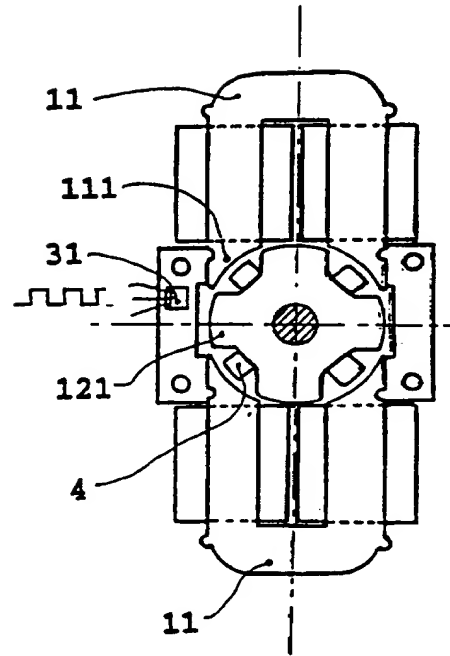


Fig. 9

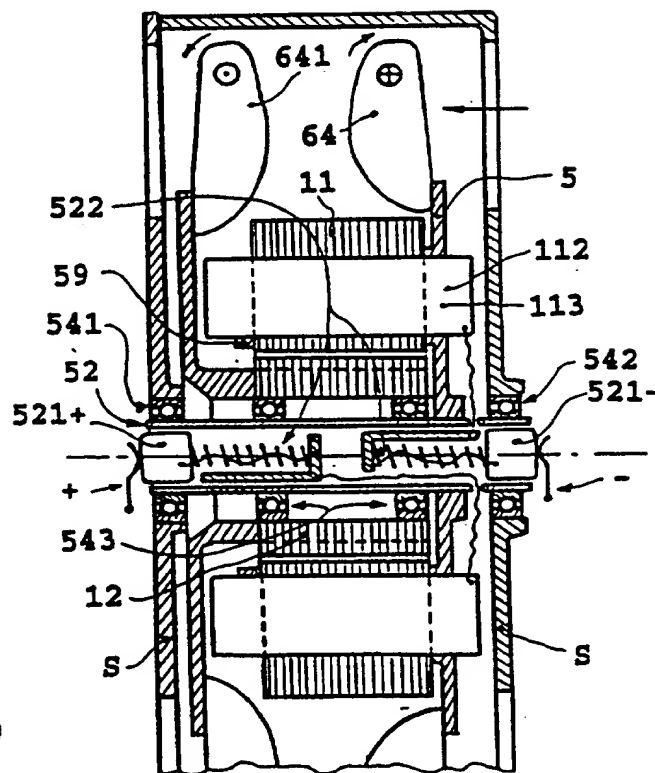


Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/RO 95/00012

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 H02K19/10 H02P5/05 H02K29/08 H02K7/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H02K H02P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|---|
| X | EP,A,0 500 963 (SEKOH GIKEN KK) 2 September 1992 | 1-3,5,6 |
| Y | see column 2, line 31 - column 3, line 55 | 4,10-13, 19-21, 24,28 |
| A | see column 14, line 20 - line 24 | 7-9, 14-18, 22,23, 25-27, 29-41 |
| | see figures 1-9 --- -/-- | |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

A document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 January 1996

Date of mailing of the international search report

07.02.96

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Haegeman, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PC1/RO 95/00012

C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| Y | EUROPEAN TRANSACTIONS ON ELECTRICAL POWER ENGINEERING, vol. 3, no. 4, 1 July 1993 pages 265-272, XP 000398517 STEIERT U ET AL 'TORQUE CONTROL OF THE DOUBLY-SALIENT RELUCTANCE MOTOR' see figure 1 --- | 4 |
| Y | FR,A,2 224 913 (FRANKLIN ELECTRIC CO INC) 31 October 1974 see page 3, line 25 - line 35 see figure 2 --- | 10,11 |
| Y | EP,A,0 455 578 (EMERSON ELECTRIC CO) 6 November 1991 see column 5, line 4 - line 6 see column 4, line 50 - line 58 see abstract; figure 1 --- | 19 |
| Y | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018 no. 113 (E-1514) ,23 February 1994 & JP,A,05 308746 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 19 November 1993, see abstract --- | 20 |
| Y | CH,A,431 701 (SIEMENS-SCHUCKERTWERKE) 31 August 1967 see column 2, line 18 - line 22; figure --- | 21 |
| Y | DE,A,31 38 323 (SIEMENS AG) 14 April 1983 see page 5, line 20 - line 31 see abstract; figures 1,2 --- | 24 |
| Y | GB,A,2 266 196 (GOLD STAR CO) 20 October 1993 see page 5, line 9 - line 16 see page 12, line 6 - line 15 see abstract; figure 8 --- | 28 |
| X | WO,A,90 11641 (PACIFIC SCIENTIFIC CO) 4 October 1990 see page 3, line 10 - line 24 see page 6, line 24 - page 7, line 5 see page 17, line 7 - line 25 see abstract; figures 4-11 --- | 1 2-41 |
| X | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012 no. 215 (E-623) ,18 June 1988 & JP,A,63 011052 (SECOH GIKEN INC) 18 January 1988, see abstract --- | 1 2-41 |
| | --- -/-- | |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/RO 95/00012

| C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|--|---|-----------------------|
| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X | EP,A,0 422 226 (SEKOH GIKEN KK) 17 April 1991 see abstract; figure 16 --- | 2,5 |
| X | EP,A,0 441 970 (SEKOH GIKEN KK) 21 August 1991 see column 6, line 8 - line 18 see column 15, line 30 - line 51 see column 16, line 24 - line 29 see abstract --- | 2 |
| P,X | US,A,5 365 137 (RICHARDSON LYMAN ET AL) 15 November 1994 see abstract; figure 3 --- | 1,8,9 |
| Y | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009 no. 065 (E-304) ,26 March 1985 & JP,A,59 204451 (TOKYO DENKI KK) 19 November 1984, see abstract --- | 13 |
| A | | 14-18 |
| Y | US,A,4 644 207 (CATTERFELD FRITZ C ET AL) 17 February 1987 see abstract; figure 1 ----- | 12 |
| A | | 14 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/RO 95/00012

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|---|--|
| EP-A-0500963 | 02-09-92 | JP-A- 4133646 DE-D- 69115250 WO-A- 9205627 US-A- 5278482 | 07-05-92 18-01-96 02-04-92 11-01-94 |
| FR-A-2224913 | 31-10-74 | US-A- 3842298 NL-A- 7403659 | 15-10-74 08-10-74 |
| EP-A-0455578 | 06-11-91 | US-A- 5122697 JP-A- 6205571 US-A- 5294856 | 16-06-92 22-07-94 15-03-94 |
| CH-A-431701 | | NONE | |
| DE-A-3138323 | 14-04-83 | NONE | |
| GB-A-2266196 | 20-10-93 | JP-A- 6014508 | 21-01-94 |
| WO-A-9011641 | 04-10-90 | US-A- 5015903 CA-A- 2003025 EP-A- 0465462 US-A- 4995159 | 14-05-91 28-09-90 15-01-92 26-02-91 |
| EP-A-0422226 | 17-04-91 | JP-A- 2307391 JP-A- 2101988 JP-A- 2114884 WO-A- 9004283 US-A- 5260635 | 20-12-90 13-04-90 26-04-90 19-04-90 09-11-93 |
| EP-A-0441970 | 21-08-91 | JP-A- 3086095 JP-A- 3117394 DE-D- 69013324 DE-T- 69013324 CN-A- 1053328 WO-A- 9103858 US-A- 5168190 | 11-04-91 20-05-91 17-11-94 16-02-95 24-07-91 21-03-91 01-12-92 |
| US-A-5365137 | 15-11-94 | NONE | |
| US-A-4644207 | 17-02-87 | NONE | |